

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CURSO: FÍSICA MATEMÁTICA
DOCENTE: Dr. Edwin López
Año 2017

Documento de apoyo a la docencia

TEMA: FUERZAS

1. FUERZA

Una fuerza es una influencia que al actuar sobre un objeto, hace que éste cambie su estado de movimiento. En la práctica, se nota una fuerza al empujar o tirar un objeto. El símbolo de fuerza se representa en negrilla F , para destacar que se trata de una magnitud vectorial. La fuerza tiene las siguientes propiedades:

- 1.1. **PRIMERA PROPIEDAD:** Una fuerza siempre es aplicada por un objeto material a otro. En la figura No. 1, se muestra a una mujer (A), que ejerce una fuerza (F) sobre un carruaje de bebé (B).

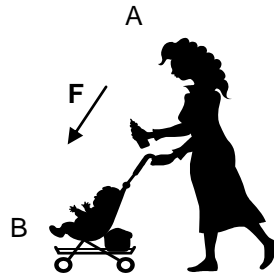


Figura No. 1

- 1.2. **SEGUNDA PROPIEDAD:** Una fuerza se caracteriza por tener magnitud y por la dirección en que actúa. La magnitud puede expresarse en diferentes unidades.

- 1.3. **TERCERA PROPIEDAD:** (3ª. Ley de Newton del movimiento). Cuando un objeto A ejerce una fuerza F sobre un objeto B, el objeto B ejerce simultáneamente una fuerza R sobre el objeto A.. La fuerza R es de igual magnitud pero de dirección opuesta a F , con lo cual puede decirse, entonces, que las fuerzas siempre actúan por parejas, llamadas de acción y reacción. (Ver figura No. 2)



Figura No. 2

En general, la fuerza que actúa sobre el objeto de interés principal recibe el nombre de acción, pero esto no es más que un convenio arbitrario. Si en la figura No. 62, el carruaje del bebé, fuera el objeto de interés principal, R sería la acción y F la reacción. Es importante darse cuenta de que las fuerzas de acción y reacción actúan siempre sobre dos objetos diferentes. La tercera ley de Newton va más allá, al decir que cada objeto ejerce una fuerza sobre el otro.

1.4. CUARTA PROPIEDAD: Si dos o más fuerzas actúan simultáneamente sobre el mismo objeto, su efecto es el mismo que el de una fuerza única igual a la suma vectorial de las fuerzas individuales. En la figura 3 se muestra un objeto sometido a dos fuerzas F_1 y F_2 . La suma vectorial R de estas fuerzas se puede conocer a través de las componentes de las fuerzas (Ver figura No. 4). Esta propiedad permite hallar el efecto combinado de varias fuerzas que actúan sobre un objeto.

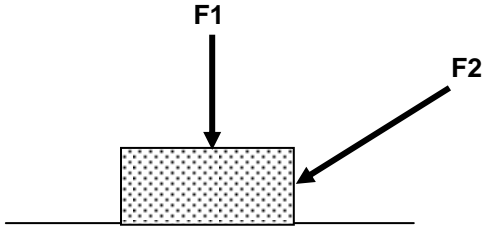


Figura No. 3

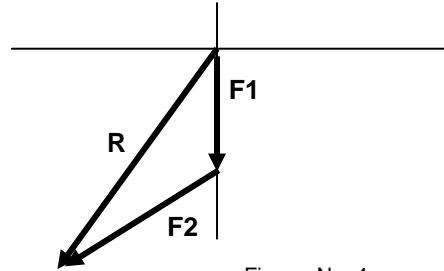


Figura No. 4

2. CLASES DE FUERZAS

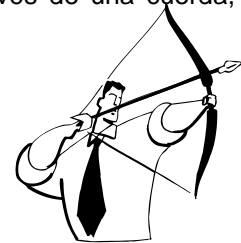
A veces las fuerzas actúan mediante contacto directo, como patear una pelota, empujar una caja; mientras que en otras ocasiones, lo hacen sin que medie contacto alguno entre los cuerpos, como la atracción de un imán sobre un clavo. Por lo tanto, es posible distinguir dos clases de fuerzas: fuerzas de contacto y fuerzas a distancia.

2.1. FUERZAS DE CONTACTO. El cuerpo que produce la fuerza está en contacto directo con el cuerpo sobre el que se ejerce ésta, desde el punto de vista microscópico. Dentro de esta clase se distinguen los siguientes tipos:

- **FUERZAS ELÁSTICAS.** En el caso del resorte o cualquier otro cuerpo sólido que se comprime o dilata.

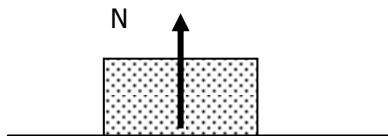


- **FUERZAS DE TENSIÓN.** Cuando es ejercida a través de una cuerda, cable o viga.



- **FUERZAS PRODUCIDAS POR EL CONTACTO DE LA SUPERFICIE DE UN CUERPO SOBRE OTRO.**

- **FUERZA NORMAL.** Es la fuerza perpendicular a la superficie que ejerce la fuerza; se aplica hacia afuera de la superficie



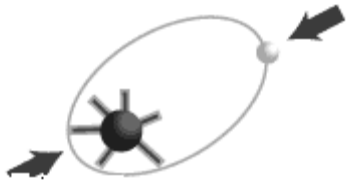
- **FUERZA DE ROZAMIENTO. (F_f)** Es la fuerza paralela a la superficie donde se ejerce la fuerza y contraria a ésta. Puede llamarse también como fuerza de Fricción



2.2. FUERZAS A DISTANCIA. Es cuando el cuerpo que produce la fuerza no está en contacto con el cuerpo sobre el que se ejerce. Estas se clasifican en:

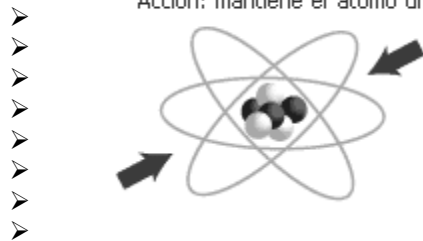
- **FUERZA GRAVITACIONAL.** Es la atracción entre dos o más cuerpos. Es una fuerza a distancia y su magnitud depende de la masa de los cuerpos que interactúan y de la distancia que los separa. En este caso se conocerá con el nombre de Fuerza de gravedad (F_g) ya que es la fuerza que ejerce la tierra sobre un objeto.

FUERZA GRAVITATORIA
Partícula de intercambio: gravitón
Acción: rige el movimiento de los planetas



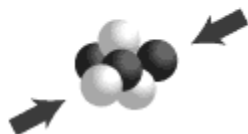
- **FUERZA ELECTROMAGNÉTICA.** Se manifiesta en los átomos, ya que su interacción los mantiene unidos. Se descompone en fuerza eléctrica y magnética, que pueden ser de atracción o de repulsión debido a una cualidad llamada carga eléctrica. La fuerza magnética se manifiesta cuando las cargas eléctricas se desplazan.

FUERZA ELECTROMAGNÉTICA
Partícula de intercambio: fotón
Acción: mantiene el átomo unido

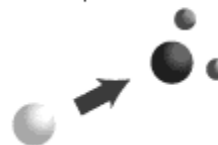


- **FUERZAS NUCLEARES.** Estas fuerzas mantienen unidas las partículas dentro del núcleo. Actualmente se cree que estas interacciones son formas distintas de una fuerza única aún desconocida. Según la teoría más aceptada, a cada fuerza le corresponde un tipo de partícula mensajera de la energía: a la fuerza electromagnética le corresponde un conjunto de corpúsculos llamados fotones. Las fuerzas nucleares son de dos tipos: fuerza fuerte que mantiene unido al núcleo del átomo y la fuerza débil, la cual provoca la desintegración radiactiva.

FUERZA NUCLEAR FUERTE
Partícula de intercambio: gluón
Acción: mantiene unido el núcleo atómico



FUERZA NUCLEAR DÉBIL
Partícula de intercambio: partículas W^{\pm} y Z^0
Acción: provoca desintegraciones radiactivas



3. FUERZA MUSCULAR: La postura y el movimiento de las personas están controlados por fuerzas producidas por los músculos. Un músculo consta de un gran número de fibras, cuyas células son capaces de contraerse al ser estimuladas por impulsos eléctricos que llegan a ellas procedentes de los nervios. Un músculo está generalmente unido en sus extremos a dos huesos diferentes por medio de tendones. (Ver figura No. 5)

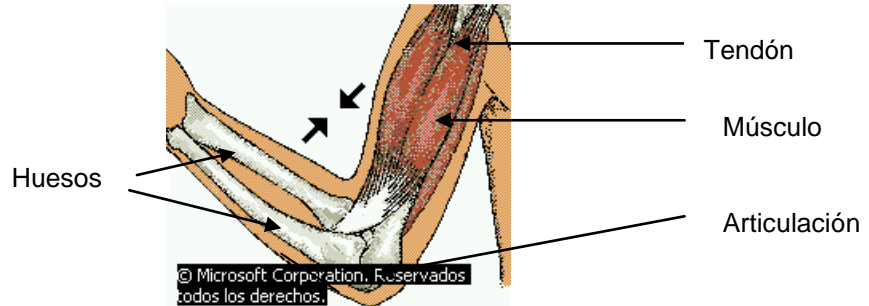


Figura No. 5

Los dos huesos se enlazan por una conexión flexible llamada articulación. La contracción del músculo produce dos pares de fuerzas que actúan sobre los dos huesos y músculos en el punto donde están unidos por los tendones. Estas son las fuerzas de acción-reacción entre cada hueso y músculo.

El cuerpo humano constantemente es afectado por diferentes fuerzas, por ejemplo: la gravedad, la presión, sea del viento o del agua, por otras personas (recostarse en el hombro de otra persona), por otros objetos (la presión del suelo contra los pies, la tracción de un maletín sobre la mano).

Biomecánicamente, cada una de estas fuerzas se definen como una **fuerza externa**, es decir, fuerzas ejercidas por objetos que se encuentran fuera del cuerpo. Por otro lado, el cuerpo humano experimenta **fuerzas internas** que son aquellas que se originan dentro del cuerpo, mediante las tensiones / contracciones que producen los músculos esqueléticos, por ejemplo: la tracción que ejerce el bíceps braquial sobre el radio, en los ligamentos: la tracción de un ligamento sobre el hueso, en los huesos: la presión de un hueso sobre el otro.

3.1. VECTORES DE UNA FUERZA MUSCULAR.

En el cuerpo humano, la tensión generada por el músculo sobre la palanca ósea representa la fuerza. El punto de aplicación de la fuerza se ejerce sobre el huso, el cual es el objeto que habrá de moverse. La línea de acción y la dirección se orientan hacia la tracción del músculo.

La fuerza aplicada por un músculo a un segmento representa la resultante (R) de la tracción en un punto común a nivel de la unión ósea de todas las fibras que componen el músculo. Puesto que cada fibra muscular representa un vector, todas las fibras en conjunto forman un sistema de fuerza concurrente, donde la resultante representa el total (suma) de todos los vectores del músculo. Este vector de fuerza muscular resultante posee un punto de aplicación en la unión del músculo al hueso y una línea de acción que se encuentra en dirección a la tracción de todas las fibras musculares. Los músculos que se contraen ejercen una misma fuerza en sus segmentos proximales y distales. Como regla general, un músculo en contracción habrá de producir el movimiento en sí del segmento distal.

El concepto de fuerzas concurrentes pueden emplearse para determinar la resultante de dos o más segmentos de un músculo, o dos o más músculos cuando los músculos poseen una unión al hueso común.

ESTRATEGIAS PARA RESOLVER PROBLEMAS DE EQUILIBRIO TRASLACIONAL

- Trace un bosquejo y anote las condiciones del problema (si no le dan dibujo)
- Dibuje un diagrama de cuerpo libre. En este caso por ser sistema de fuerzas solo dibuje un plano cartesiano, donde colocará los vectores (Fuerzas del sistema)
- Analice si el sistema de fuerzas es alineado o concurrente. (como vectores)
- Si es alineado, sume aritméticamente. Ahora, si es concurrente, realice una suma vectorial (suma de vectores).
- Sume todas las componentes en \underline{x} y en \underline{y} para encontrar las componentes del vector resultante. (la resultante indica hacia donde se mueve el objeto.)
- Cuando se desea encontrar la fuerza de equilibrio de un sistema, (Nombrada algunas veces como F_c), el procedimiento a seguir sería el siguiente: copie las componentes del vector resultante en otro cuadro si lo desea o cópielas debajo de las componentes del vector resultante; luego de copiar las componentes, cámbiele el signo, de esta forma obtendrá el vector de equilibrio (F_c). Para comprobar que todas las componentes se encuentren en equilibrio, súmelas, tanto las componentes del vector resultante como las componentes del vector equilibrio únicamente.
- Esta sumatoria debe dar Cero. (ya que lo único que hizo fue cambiar el signo a las mismas magnitudes del vector resultante)
- Encuentre la magnitud, dirección y sentido del vector de equilibrio o F_c con las nuevas componentes.

❖ EJEMPLO

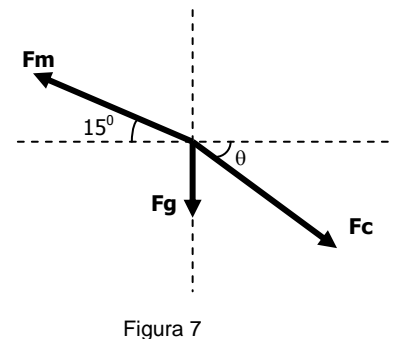
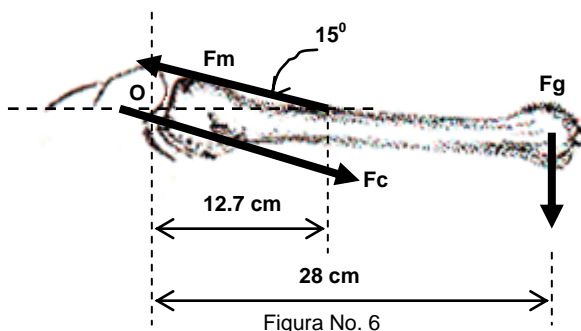
En la figura No. 6 se muestra la fuerza F_m ejercida por el músculo deltoides sobre el húmero cuando el brazo se mantiene en posición horizontal. Por medio de estudios de rayos X se ha observado que el músculo ejerce esta fuerza a 15° aproximadamente del eje largo del húmero. Esta fuerza lleva a cabo dos funciones distintas: una es la de sostener el brazo contra la fuerza de la gravedad, F_g , y la otra es la de estabilizar la articulación tirando del húmero hacia el omóplato. Si la fuerza muscular es de 30 N y el peso del brazo es de 3.4 N, ¿Cuál es la magnitud y dirección de la fuerza de contacto F_c , ejercida por F_m y F_g sobre el húmero?

Simbología: F_m = Fuerza muscular; F_g = peso; F_c = Fuerza de contacto; C_g = Centro de gravedad

d = Distancia perpendicular desde el punto de origen a la línea de acción.

12.7 cm = distancia medida desde el punto de origen hasta donde la fuerza F_m corta al húmero.

28.00 cm = distancia medida desde el punto de origen hasta el centro de gravedad del brazo.

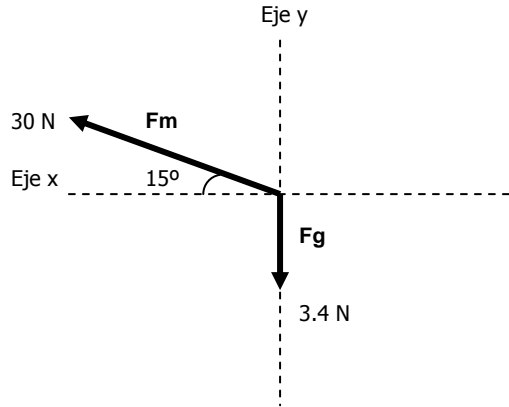


Resolución:

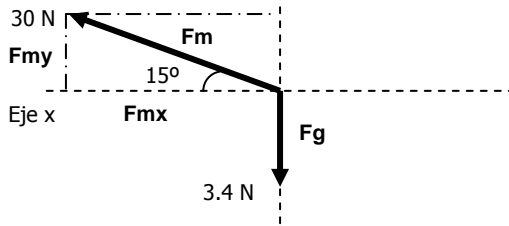
1. Este sistema de fuerzas está en equilibrio, por lo que se aplica la fórmula: $\Sigma F = 0$.
2. Recordar que las fuerzas se pueden representar como vectores en un plano cartesiano, por lo tanto se realiza un diagrama de las fuerzas que intervienen en el sistema. (Ver figura No. 7) En este diagrama, se observa que no son fuerzas alineadas, es decir, no están en la misma dirección, por lo tanto, la sumatoria debe hacerse vectorialmente.
3. Aplicar la fórmula del inciso 1: $\Sigma F = 0$

4. Sumar vectorialmente, para ello se utilizará el método de las componentes rectangulares. Los pasos a seguir son:

a) Trasladar las fuerzas o vectores a un plano cartesiano.



b. Encontrar el valor de las componentes x y y de cada vector, utilizando para ello las razones trigonométricas de los triángulos rectángulos, traslade los datos a una tabla de valores y luego realice la suma aritméticamente.



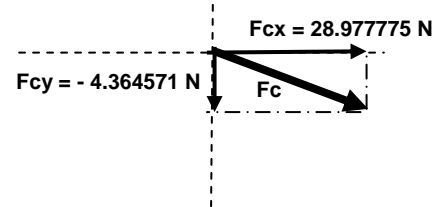
Fuerza	Componente en x	Componente en y
Fm	$\text{Cos } 15^\circ (30) = -28.977775 \text{ N}$	$\text{Sen } 15^\circ(30) = 7.764571 \text{ N}$
Fg	0 N	-3.4 N
R = (-Fc)	-28.977775 N	4.364571 N

La suma vectorial de F_m y F_g es igual a la resultante (R), y la resultante corresponde a la fuerza F_c . Para hacer verdadera la ecuación:
 $F_m + F_g + F_c = 0$

la suma vectorial de las tres fuerzas debe ser 0, por lo tanto, F_c debe tener signo positivo. Esto se hace, sumando por -1 , todos los valores de F_c , como en el siguiente cuadro:

Fuerza	Componente en x	Componente en y
R = (-Fc)	-28.977775 N	4.364571 N
Fc	+28.977775 N	-4.364571 N
ΣF	0 N	0 N

c. Determinar la magnitud, dirección y el sentido de la fuerza F_c a partir de sus componentes perpendiculares: $F_{cx} = 28.977775 \text{ N}$ y $F_{cy} = -4.364571 \text{ N}$. Utilizando para ello el teorema de Pitágoras y la inversa de la razón trigonométrica tangente. Es recomendable hacer un esquema de las componentes resultantes, y de la fuerza, (Recordar método del paralelogramo) ubicándolas en el plano cartesiano.



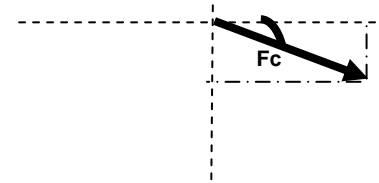
Magnitud de la Fuerza F_c : Teorema de Pitágoras.

$$R = \sqrt{(R_x)^2 + (R_y)^2}$$

$$R = \sqrt{(28.977775)^2 + (-4.364571)^2}$$

$$R = 29.304623 \text{ N}$$

Dirección y sentido de la Fuerza F_c . Inversa de la función tangente. En este caso se resolverá el ángulo que toca el eje x

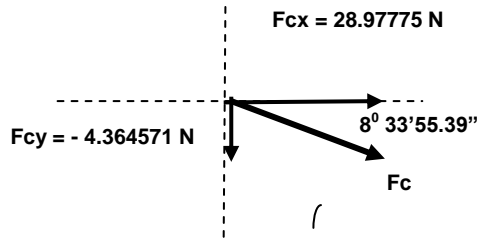


$$\Theta = \tan^{-1} \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}} =$$

Para este caso en particular R_x es adyacente y R_y es opuesto

$$\Theta = \tan^{-1} \frac{-4.364571 \text{ N}}{28.977775 \text{ N}}$$

$$\Theta = 8.56^\circ = 8^\circ 33' 55.39''$$



Como el ángulo que se necesita es a partir del eje x positivo, se resta a 360° el ángulo de $8^\circ 33' 55.39''$
 $360^\circ - 8^\circ 33' 55.39'' = 351^\circ 26' 38.7''$

Respuesta: La fuerza de contacto ejercida sobre el humero por F_m y F_g , es igual a:

29.31 N a $351^\circ 26' 38.7''$